

Doses de potássio na cultura do crambe

Potassium dosis in the crambe crop

Vanessa dos Santos (ORCID 0009-0003-2464-0109), **Vinicius Gabriel Andrade** (ORCID 0009-0002-6838-5392), **Wesley Luís Antônio Fim** (ORCID 0009-0008-1311-7271), **Lucas Aparecido Gaion** *(ORCID 0000-0003-4246-1975)

Universidade de Marília, Marília, SP, Brasil. *Autor para correspondência: lucas.gaion@yahoo.com.br

Submissão: 06/04/2024 | Aceite: 23/07/2024

RESUMO

O crambe (*Crambe abyssinica*), pertencente à família Brassicaceae, se destaca pelo seu potencial agrícola. Contudo, pouco se sabe sobre as exigências de potássio da cultura. Por isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de doses de potássio (K_2O) sobre o desenvolvimento e produção das plantas de crambe. Para tanto, foi instalado experimento em casa de vegetação no município de Marília-SP no ano de 2023, para verificar as respostas a diferentes doses de K_2O . Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, constituídos pelas doses de K_2O (0; 50; 100 e 200 kg ha^{-1} K_2O), e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. As unidades experimentais foram constituídas por vasos de 3,5 L preenchidos com solo de barranco. Enquanto a dose de 50 kg ha^{-1} K_2O foi toda aplicada no momento da semeadura, as doses de 100 e 200 kg ha^{-1} K_2O foram divididas entre a adubação de plantio (50 Kg ha^{-1}) e o restante em cobertura (30 dias após a semeadura) para minimizar a salinização do solo. Utilizou-se como fonte de K_2O o fertilizante Aspire. Além disso, na semeadura, utilizou-se o formulado NPK 10-46-00 + 9% S, aplicando-se, respectivamente, 22, 100 e 19,8 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e S. Com 109 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas a massa verde de folhas e o teor de K nas folhas e com 122 DAS, as plantas no estágio de maturidade, foram avaliadas a massa seca das plantas e a produtividade. A utilização das diferentes doses de K_2O não causou efeito significativo nos parâmetros de crescimento das plantas de crambe. Por outro lado, os dados de produtividade apresentaram resposta linear crescente em função das doses de K_2O . Esses resultados demonstram que apesar da sua rusticidade, plantas de crambe apresentam capacidade de respostas à adubação potássica.

PALAVRAS-CHAVE: *Crambe abyssinica*; K; cultura de inverno; planta de cobertura; safrinha.

ABSTRACT

Crambe (*Crambe abyssinica*), belonging to the Brassicaceae family, stands out for its agricultural potential. However, little is known about the crop's potassium requirements. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the effect of doses of potassium (K_2O) on the development and production of crambe plants. Thus, an experiment was installed in a greenhouse in the municipality of Marília-SP in 2023, to verify the responses to different doses of K_2O . A completely randomized design was used, with four treatments, consisting of doses of K_2O (0; 50; 100 and 200 kg ha^{-1} K_2O), and five replications, totaling 20 experimental units. The experimental units consisted of 3.5 L pots filled with ravine soil. While the dose of 50 kg ha^{-1} K_2O was all applied at the time of sowing, the doses of 100 and 200 kg ha^{-1} K_2O were divided between planting fertilization (50 kg ha^{-1}) and the remainder in coverage (30 days after sowing) to minimize soil salinization. Aspire fertilizer was used as a source of K_2O . Furthermore, when sowing, the formula NPK 10-46-00 + 9% S was used, applying, respectively, 22, 100 and 19.8 kg ha^{-1} of N, P_2O_5 and S. At 109 days after sowing (DAS), the green mass of leaves and the K content in the leaves were evaluated and at 122 DAS, plants at maturity, the weight and yield were evaluated. The use of different doses of K_2O did not cause a significant effect on the growth parameters of crambe plants. On the other hand, productivity data showed an increasing linear response in response to K_2O doses. These results demonstrate that despite their rusticity, crambe plants are capable of responding to K_2O fertilization.

KEYWORDS: *Crambe abyssinica*; K; winter culture; cover plant; second harvest.

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica*), oleaginosa pertencente à família Brassicaceae, possui dualidade quanto a origem e domesticação, sendo atribuída a origem e a domesticação tanto à Etiópia como ao Mediterrâneo (WEISS 2000, KNIGHTS 2002).

Em 2007, foi lançada a primeira cultivar de crambe no Brasil, esta apresenta a possibilidade de plantio mecanizável e passível de utilização dos mesmos equipamentos das culturas de grãos, sendo caracterizada ainda pela sua rusticidade, precocidade e alta adaptação (PITOL et al. 2010). O crambe é considerado uma cultura de inverno, com maturação uniforme, ciclo variando entre 90 e 100 dias, tolerância a baixas temperaturas, à seca, teor de óleo de 35 a 38% e resistente a pragas (MACHADO et al. 2017, PITOL et al. 2010). Dessa forma, caracterizando-se como uma interessante opção de cultura para a segunda safra. Apesar disso, a cultura ainda é muito pouco conhecida e explorada tanto no campo acadêmico como na produção agrícola.

Utilizado como óleo industrial, ingrediente da borracha sintética e como anticorrosivo, entre outros, apresenta ácidos graxos de cadeia longa que são utilizados na fabricação de nylon, colas adesivas e películas plásticas e mais de 50% de ácido erúico (SAMARAPPULI et al. 2020).

O Crambe responde similarmente à fertilidade do solo como outras plantas do gênero *Brassica*, por exemplo, canola (*Brassica rapa* L.) e mostarda (*Brassica juncea* L.) (KNIGHTS 2002). Plantas apresentam a necessidade de manter alto teor de potássio (K) no citoplasma das células, garantindo a atividade enzimática eficiente, e é uma das razões da planta apresentar alto nível de exigência do nutriente (MARSCHNER 1995). O K está relacionado a síntese de carboidratos e proteínas e sua deficiência resulta em diminuição da síntese de proteínas e acúmulo de compostos nitrogenados solúveis; reduzindo a eficiência e aproveitamento do nitrogênio dos fertilizantes (FAQUIM 1994, LOPES & GUILHERME 1992, SOUMARE et al. 2023).

De acordo com SARDANS & PEÑUELAS (2021), o potássio, além de promover o armazenamento de amido e açúcares, estimula o crescimento vegetativo, auxilia na melhora de uso da água e a resistência a pragas e doenças.

Importante opção para cultura de inverno e em mix de culturas, não há informações sobre a resposta do crambe a adubação potássica na região sudoeste do estado de São Paulo, especialmente na região de Marília, localidade com baixa precipitação pluviométrica no inverno e alta possibilidade de geadas. Sendo o K o nutriente mais exigido na canola e na mostarda, plantas da mesma família, é importante sabermos as demandas do crambe à adubação potássica. Por isso, o objetivo do presente trabalho foi investigar as dinâmicas de absorção de K, crescimento e produção de plantas de crambe em resposta a doses crescentes de K₂O.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação na Fazenda Experimental da Universidade de Marília, localizada na latitude 22°14'55"S e longitude 49°58'36"W, a uma altitude de 634 metros, no município de Marília-SP.

Para verificar as respostas do crambe a diferentes doses de K₂O, instalou-se experimento em delineamento inteiramente casualizados com quatro tratamentos, constituídos pelas doses de K₂O (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ K₂O), e cinco repetições (Tabela 1), totalizando 20 unidades experimentais.

Tabela 1. Detalhamento da aplicação de potássio ao longo do experimento. Marília, SP – 2023.

Table 1. Detail of potassium application throughout the experiment. Marília, SP – 2023.

Tratamentos	Semeadura	Cobertura (30 DAS ^b)	Total
	Kg ha ⁻¹ K ^a		
1	0	0	0
2	50	0	50
3	50	50	100
4	50	150	200

^aPara o fornecimento de potássio foi utilizado o fertilizante Aspire (58 % K₂O e 0,5% de B). Produto Aprovado pelo MAPA. ^bDAS: dias após a semeadura.

Cada unidade experimental foi composta por duas plantas cultivadas em vaso de 3,5 L preenchidos

com solo de barranco coletado de um Argissolo (Tabela 2). As doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ K₂O foram divididas entre a adubação de plantio e cobertura para minimizar a ocorrência de salinidade devido às altas doses. A dose de 50 kg ha⁻¹ K₂O foi toda aplicada no momento da semeadura. Além disso, para todos os tratamentos, foi feita a semeadura com 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 22 kg ha⁻¹ N, utilizando o formulado NPK 10-46-00 + 9% de S (Fontes: N – uréia; P₂O₅ – superfosfato triplo; S – gesso). Em cobertura e como fonte de K foi utilizado o fertilizante Aspire com 58% de K₂O e 0,5% de boro (B). O Aspire combina o cloreto de potássio (fonte de K₂O) e duas fontes de B (Borato de sódio e borato de cálcio). A aplicação de B foi balanceada entre os tratamentos através do uso de ácido bórico (~17% de B).

Tabela 2. Análise do solo de barranco originário de um argissolo típico da região, utilizado no presente. Marília, SP – 2023.

Table 2. Analysis of the ravine soil originating from an argisol typical of the region, used at present. Marília, SP – 2023.

Parâmetros	Determinações	Unidade	Valor
P	Fósforo resina	mg dm ⁻³	3
M.O.	Matéria orgânica	g dm ⁻³	2
C	Carbono orgânico	g dm ⁻³	1
pH CaCl ₂	Potencial hidrogeniônico		3,8
K	Potássio	mmolc dm ⁻³	0,9
Ca	Cálcio	mmolc dm ⁻³	5
Mg	Magnésio	mmolc dm ⁻³	3
H+Al	Acidez potencial	mmolc dm ⁻³	33
Al	Alumínio	mmolc dm ⁻³	9
S.B.	Soma de bases	mmolc dm ⁻³	8,9
CTC pH 7	Capacidade de troca de cátions potencial	mmolc dm ⁻³	41,9
CTC efetivo	Capacidade de troca de cátions atual	mmolc dm ⁻³	17,9
V	Saturação por bases	%	21,2
m	Saturação por alumínio	%	50,3
S	enxofre	mg dm ⁻³	44

A semeadura foi realizada em 07/05/2023 e a cobertura 30 após. Semanalmente verificamos a altura das plantas. Com 109 dias após a semeadura (DAS) utilizou-se uma das plantas de cada vaso para avaliar a massa verde de folhas e o teor de K nas folhas. Para a determinação do teor de K, coletou-se 25 g de folhas frescas que foram trituradas mecanicamente juntamente com 100 mL de água destilada. Após, foi utilizada uma alíquota para leitura em sensor de K (Horiba LAQUA twin K-11), seguindo método sugerido pela EMBRAPA (OLIVEIRA JÚNIOR et al. 2019). A partir dos dados de teor de K e a massa total de folhas, foi determinado o acúmulo de K foliar. Aos 122 DAS, com as plantas no estágio de maturidade, realizou-se a contagem de sementes por planta e a determinação da massa de grãos. Após a análise de variância, os fatores quantitativos foram submetidos à análise de regressão polinomial ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional AgroEstat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potássio (K) é um dos elementos mais absorvidos pelas plantas. Embora este permaneça na sua forma iônica, não sendo incorporado a moléculas, o K exerce inúmeras funções nos vegetais, como ativação de enzimas, regulação da abertura dos estômatos, ativação da fotossíntese e transporte de fotoassimilados (WANG & WU 2017). Com efeito, o K possui grande capacidade de influenciar no desenvolvimento e produção das plantas.

Neste experimento, nós podemos observar que para a biomassa fresca de folhas de crambe o modelo de regressão que melhor se enquadrou foi o linear positivo, onde a biomassa de folhas aumentou linearmente com o aumento da dose de K₂O (Figura 1). A maior biomassa de folhas foi obtida quando da utilização de 200 kg ha⁻¹ de K₂O, atingindo um total de cerca de 8 g vaso⁻¹ (Figura 1). De fato, o K desempenha um papel importante na realização da fotossíntese, por exemplo, o K é responsável pela

ativação da enzima ribulose 1-5 bifosfato carboxilase oxigenase (RUBISCO), que realiza a fixação do carbono atmosférico (HU et al. 2023). Assim, o correto fornecimento de K é essencial para o acúmulo de biomassa das plantas (GARCIA et al. 2022), Figura 1.

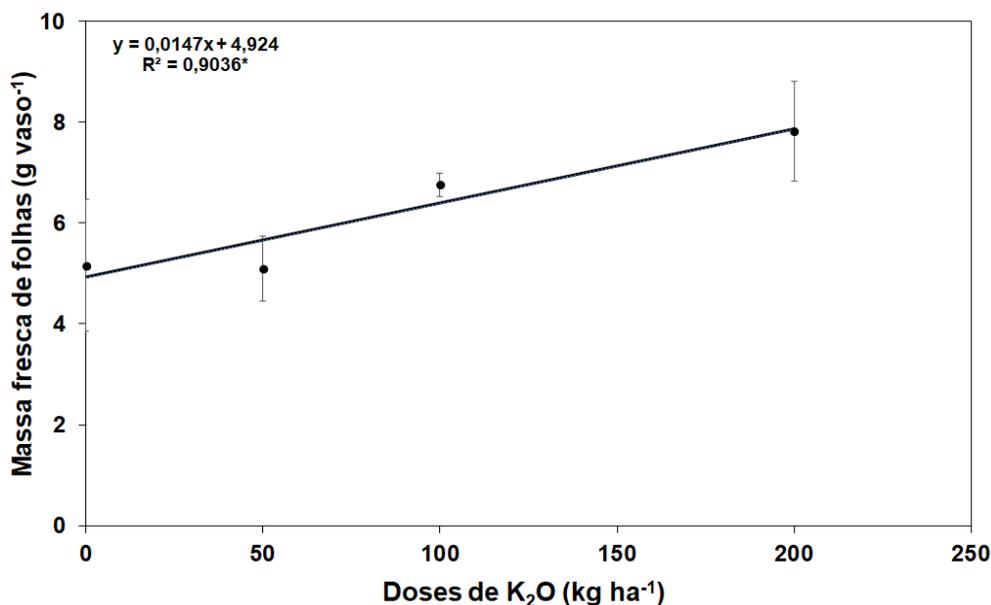


Figura 1. Massa fresca de folhas de crambe (g vaso⁻¹) submetidas a doses de potássio (kg ha⁻¹ K₂O). Os dados apresentados são a média ± o erro padrão da média (n = 5).

Figure 1. Fresh mass of crambe leaves (g pot⁻¹) subjected to doses of potassium (kg ha⁻¹ K₂O). Data presented are the mean ± standard error of the mean (n = 5).

Quando verificamos o acúmulo de K foliar, notamos que há um aumento do acúmulo de K foliar até a dose de 100 kg ha⁻¹, a partir da qual ocorre a estabilização e até mesmo o decréscimo do acúmulo de K nas folhas de crambe (Figura 2). Estes resultados demonstram a existência de limitações quando a capacidade de acúmulo de K foliar pelas plantas de crambe. Além disso, as maiores doses de K₂O podem causar salinização do meio, prejudicando a absorção de água e nutrientes pelas plantas, assim como observado em plantas de batata por CECÍLIO FILHO et al. (2016).

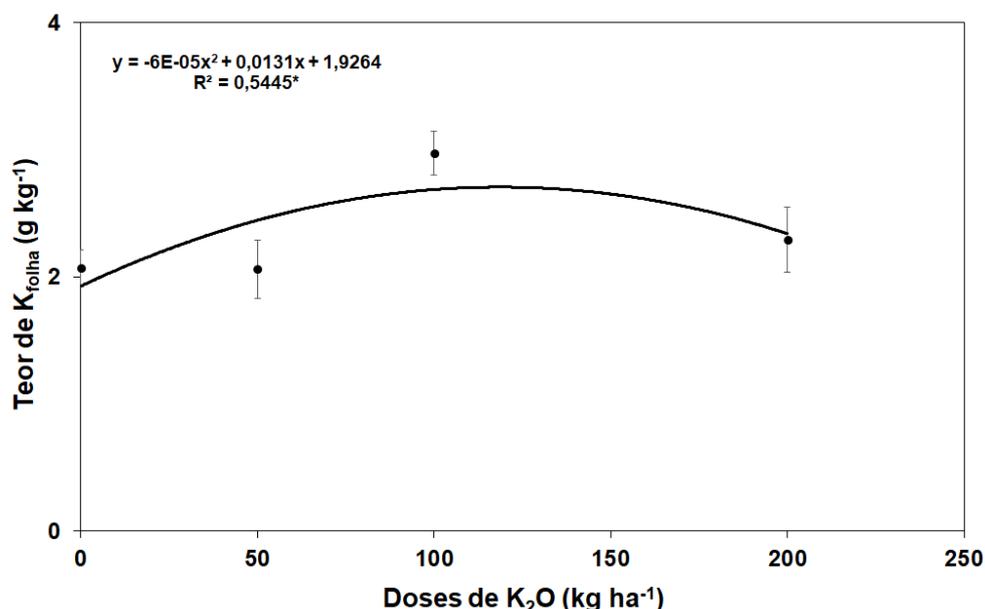


Figura 2. Teor de potássio (K) foliar (g kg⁻¹) em plantas de crambe submetidas a doses de potássio (kg ha⁻¹ K₂O). Os dados apresentados são a média ± o erro padrão da média (n = 5).

Figure 2. Leaf potassium (K) content (g kg⁻¹) in crambe plants subjected to potassium doses (kg ha⁻¹ K₂O). Data presented are the mean ± standard error of the mean (n = 5).

Evidenciado a necessidade de nutrição da planta com K, a produtividade de sementes será um importante indicador a determinar e indicar a necessidade do investimento. Com efeito, nota-se na figura 3 que existe uma quantidade mínima de adubação para que haja a resposta eficiente da planta, estando caracterizado que a partir de 100 kg ha⁻¹ K₂O há uma resposta crescente do número de grãos produzidos pelas plantas de crambe (Figura 3).

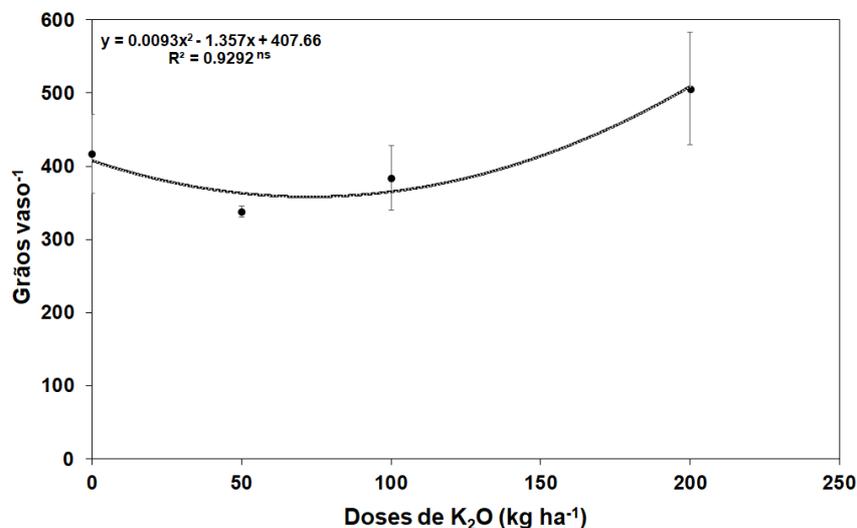


Figura 3. Número de grãos em plantas de crambe submetidas a doses de potássio (kg ha⁻¹ K₂O). Os dados apresentados são a média ± o erro padrão da média (n = 5).

Figure 3. Quantity of grains in crambe plants subjected to doses of potassium (kg ha⁻¹ K₂O). Data presented are the mean ± standard error of the mean (n = 5).

A necessidade de nutrientes varia em função da espécie e genótipo, sendo a deficiência de K um dos fatores mais limitantes à produção agrícola, especialmente em regiões tropicais (MALAVOLTA et al. 1997, PHILP et al. 2021). Com efeito, a Figura 4 demonstra a necessidade de potássio na adubação para a cultura do crambe, uma vez que se observa resposta linear crescente da massa de grãos em relação ao aumento das doses de K₂O (kg ha⁻¹). Neste caso, observa-se um aumento de mais de 30% na massa de grãos em resposta ao incremento das doses de K₂O aplicadas (Figura 4). Como é bem estabelecido, o K é um dos principais elementos envolvidos com a translocação de fotoassimilados das regiões fonte (folhas maduras) para regiões dreno (e.g., frutos) (WANG & WU 2017). Dessa forma, a correta nutrição potássica é essencial para alcançar elevadas produtividades, sendo as plantas de crambe extremamente responsivas a adubação potássica (Figura 4).

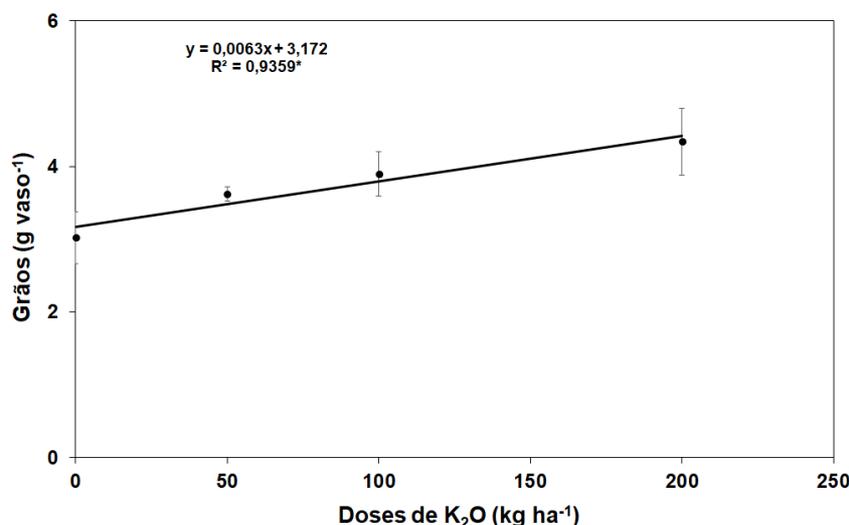


Figura 4. Massa de grãos (g vaso⁻¹) produzida por plantas de crambe submetidas a diferentes doses de potássio (kg ha⁻¹ K₂O). Os dados apresentados são a média ± o erro padrão da média (n = 5).

Figure 4. Grain mass (g pot⁻¹) produced by crambe plants subjected to different doses of potassium (kg ha⁻¹ K₂O). Data presented are the mean ± standard error of the mean (n = 5).

Os resultados apresentados vão de encontro com informações de outras espécies pertencentes a família da Brassicaceae que apresentam alta exigência de K (MALHI et al. 2007). ROSOLEM & STEINER (2014), trabalhando com a cultura do crambe, observaram que a maior produtividade de grãos foi obtida com doses de 150 kg ha⁻¹ de K₂O, nesse caso os teores foliares de K atingiram 36,9 g kg⁻¹. Com efeito, estes resultados demonstram a importância do K para a obtenção de elevadas produtividades. O potássio possui uma intrincada atuação no metabolismo vegetal como ativador enzimático e promotor da redistribuição de fotoassimilados, e o controle da abertura e fechamento de estômatos, trazendo estabilidade e melhorando a resistência das plantas ao ataque de pragas, doenças e a perda excessiva de água pelas folhas (MALHI et al. 2007, TRIPATHI et al. 2022). Seria a alta demanda de K que atribui à planta de crambe ser conhecida por sua rusticidade, adaptabilidade e resistência a seca, ou ainda a atuação do K no metabolismo da planta favorecendo essas características? Atualmente, a cultura do crambe é muito utilizada nas safras de inverno, pós soja e crescendo apenas com o residual da cultura anterior, condições que podem não estar favorecendo a expressão do seu verdadeiro potencial.

CONCLUSÃO

Esses resultados demonstram que apesar da sua rusticidade, plantas de crambe são responsivas à adubação potássica, apresentando aumento da biomassa de folhas e de grãos em função do aumento das doses de K₂O aplicadas ao solo. Nas condições do presente experimento, a maior produção de grãos foi obtida com 200 kg ha⁻¹ K₂O.

REFERÊNCIAS

- CECÍLIO FILHO AB et al. 2016. Agronomic performance of sweet potato with different potassium fertilization rates. *Horticultura Brasileira* 34: 588-592.
- FAQUIN V. 1994. Nutrição mineral de plantas. Lavras: ESAL FAEPE.
- GARCIA A et al. 2022. Potassium-magnesium imbalance causes detrimental effects on growth, starch allocation and rubisco activity in sugarcane plants. *Plant and Soil* 472: 1-14.
- HU W et al. 2023. Potassium deficiency stress reduces Rubisco activity in *Brassica napus* leaves by subcellular acidification decreasing photosynthetic rate. *Plant Physiology and Biochemistry* 201: 107912.
- KNIGHTS SE. 2002. Desenvolvimento da Indústria Rural. Kingston.
- LOPES AS & GUILHERME LRG. 1992. Interpretação de análise do solo: Conceitos e Aplicações. Boletim Técnico 2. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos.
- MACHADO FHB et al. 2017. Physiological quality of seed and seedling performance of crambe genotypes under water stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 21: 175-179.
- MALAVOLTA E et al. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós.
- MALHI SS et al. 2007. Seasonal biomass accumulation and nutrient uptake of canola, mustard, and flax on a Black Chernozem soil in Saskatchewan. *Journal of Plant Nutrition* 30: 641-658.
- MARSCHNER H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2 nd. 889pp. London: Academic Press.
- OLIVEIRA JÚNIOR A et al. 2019. FAST-K: teste rápido para determinação da concentração foliar de potássio (K) em condições de campo na cultura da soja. Embrapa: Folder 1: 1-2.
- PHILP JNM et al. 2021. Insufficient potassium and sulfur supply threaten the productivity of perennial forage grasses in smallholder farms on tropical sandy soils. *Plant and Soil* 461: 617-630.
- PITOL C et al. 2010. Tecnologia e produção: Crambe. Maracaju: Fundação MS. 60p.
- ROSOLEM CA & STEINER F. 2014. Adubação potássica para o crambe. *Bioscience Journal* 30: 140-146.
- SAMARAPPULI D et al. 2020. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): a non-food oilseed crop with great potential: a review. *Agronomy* 10: 1380.
- SARDANS J & PEÑUELAS J. 2021. Potassium control of plant functions: ecological and agricultural implications. *Plants* 20: 419.
- SOUMARE A et al. 2023. Potassium sources, microorganisms and plant nutrition: challenges and future research directions. *Pedosphere* 33: 105-115.
- TRIPATHI R et al. 2022. Plant mineral nutrition and disease resistance: a significant linkage for sustainable crop protection. *Frontiers in Plant Science* 13: 883970.
- WANG Y & WU W. 2017. Regulation of potassium transport and signaling in plants. *Current Opinion in Plant Biology* 39: 123-128.
- WEISS EA. 2000. Oilseed crops. London: Blackwell Science. 364p.